

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-006155

(43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/12  
G02B 6/293

(21)Application number : 2000-187539

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.06.2000

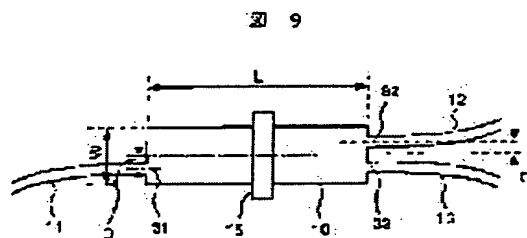
(72)Inventor : KINOSHITA TAIRA  
IDO TATSUMI

## (54) OPTICAL MULTIPLEXING-BRANCHING FILTER AND OPTICAL SYSTEM HAVING OPTICAL WAVEGUIDE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To construct an optical system having light-transmission characteristic at a low cost.

SOLUTION: A multiplexing-branching part is set as a multimode interference-type waveguide, and an incidence-side optical waveguide and a reflection-side optical waveguide constitute a structure having a prescribed interval at the spot where these waveguides are connected with the multimode interference-type optical waveguide. By providing the multimode interference-type optical waveguide with an optical filter and setting a multimode interference, the optical intensity distribution has a peak around the entrances of the radiation-side optical waveguide and the reflection-side optical waveguide.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY



の光入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能とし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす第2および第3の光導波路のいずれかに接続される光受光素子が、前記入力を行う光素子より濡れ光の分布の中心位置からずれて設置されたことを特徴とする光合分波器。

【請求項9】 第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所定の側面位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに代えて発光部あるいは受光部を配置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタも配置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタも配置したことを特徴とする光導波路モジュール。

【請求項10】 請求項9に記載の光導波路モジュールに、集光回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段を組み合わせた光通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本願発明は、光導波路を有する光システム、わけても、いわゆるマルチモード干涉(MMI: Multi-Mode Interference)型光導波路を有する光システムに関するものである。本願発明によれば、極めて良好な光合分波器を提供することが出来る。

とを可能とする。

【0008】 本願発明の代表的な形態は、第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能で第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路の第1の端面に対向する第2の端面の所定の側面位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路である。光導波路を以下に光システムである。

【0009】 図7は本願発明の原理を説明する。図7はマルチモード干涉型導波路における光の伝搬の状態を模式的に示したものである。マルチモード干涉型導波路10では、例えば第2の光導波路12から入射した信号光は前記マルチモード干涉型光導波路10において多モード光に分解され、図7には0次、1次及び2次のモードのみが示されて、より高次のモードは図示が省略されている。さらに副起された高次モード光はモード間で干渉し、前記マルチモード干涉型光導波路内に強度分布(干渉縞)を生じる。本願発明は、この現象を利用し、第2の光導波路12よりの入射光に対して、第1の光導波路11の入り口近傍での光の強度分布が山となるようにする。この構成によって、第2の光導波路12からの入射光に対してほとんど損失を生じずに再び光導波路11を導波させることができる。

【0010】 フィルタに関連しての煩瑣を考えれば、光学フィルタ15により反射した光についても、前述の構造と同様となり、同じ原理で信号光の伝搬の様子で説明される。即ち、光導波路12からの入射光があった場合、マルチモード干涉型光導波路の配置によって、第1の光導波路13の入り口近傍での光の強度分布の山となるようにすれば、光導波路13からの入射光に対してほとんど損失を生じずに再び光導波路11を導波させることができる。

【0011】 なお、この場合2つの光導波路12と13は間隔を有しており、反射戻り光は十分に小さくできる。

【0012】 本例のように、本発明の光合分波器もしくは

は光導波路素子は、前記第1から第3のうちのいずれか一つ以上の光導波路から入射した信号光が、それぞれ前記マルチモード干涉型光導波路でマルチモード光として伝播した後、所定の波長を有する信号光が前記第1から第3のうちのいずれか一つ以上の光導波路と結合するよう、前記マルチモード干涉型光導波路の長さ及び幅と、前記マルチモード干涉型光導波路と前記第1から第3の光導波路の接続部を調整する。

【0013】 本発明の光合分波器もしくは光導波路素子は、前記マルチモード干涉型光導波路の長さしが1mmないし5mm、幅Wが25μmないし70μmの範囲が好ましい。

【0014】 また、本願発明の光合分波器もしくは光導波路素子は、第4の光導波路が前記マルチモード干涉型導波路と前記第1の光導波路側で接続する、もしくは前記第1から第4の光導波路以外に複数の光導波路が前記マルチモード干涉型導波路と接続してもよい。

【0015】 あるいは、前記光合分波器もしくは光導波路素子において、前記第1から第4の光導波路の全てもしくは一部の端面に、それぞれ発光素子もしくは受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段を設けることを特徴とする、光送信モジュールもしくは光受信モジュールもしくは光送信モジュールもしくは光合分波モジュールとしてもよい。

【0016】 更に、前記第2の課題である光クロストークの問題を解決するため、次の方策を加味することが有用である。

【0017】 第1に、本願発明の光合分波器もしくは光導波路素子は、前記第2及び第3の光導波路の光軸の延長線が前記マルチモード干涉型光導波路の外に交点を持つ、もしくは互いに平行であることを特徴とする。このような光合分波器もしくは光導波路素子を用いた光送信モジュールは、前記光合分波器もしくは光導波路素子と、前記第1もしくは第4の光導波路の両方もしくは片方の端面に受光手段として設けた受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバの接続手段と、前記第2もしくは第3の光導波路の両方もしくは片方の端面に送信手段として設けた発光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバの接続手段で構成される。本光送信モジュールにおいて、光学フィルタは前記第2及び第3の光導波路を導波する入射角度が0度に近い送信信号を反射するように調整する為、前記濡れ光の入射角は遮断される。

【0018】 第2に、濡れ光は送信手段の端面と垂直な方向を中心とした分布を有するが、本発明では光導波路を任意の方向に曲げることが出来るので、第1もしくは第4の光導波路の両方もしくは片方を前記濡れ光の分布中心方向から離れた方向へ曲げることににより濡れ光の影響を小さくすることが出来る。

【0019】 さらには、前記光合分波器もしくは光導波



光導波路の前記第4の光導波路への接続位置における当該第1、第2、および第3の各光導波路での光の波面と平行ないしは略平行であることを特徴とする光導波路を有する光システムである。

【0043】ここで、本願発明のマルチモード干渉型光導波路は、入射側的光導波路より入射光があった場合、入射側的光導波路の入り口近傍の光の強度分布の山となす構成について補足説明する。このことによって、合わせて、マルチモード干渉型光導波路に並置して設けられ、入射側、及び反射光を射出側に導波する光導波路は、所定の個別位置に設置されること、そして、このことにより、透過すべき光のフィルタでの反射戻り光が、射出側に導波する光導波路に混入し雑音となる問題は避けられることが出来る旨が十分理解出来るであろう。

【0044】マルチモード干渉型光導波路における光の伝搬の状態を示す図7を参照する。

【0045】ここで、信号光の波長を $\lambda$ 、マルチモード干渉型光導波路の屈折率を $n$ とする。前記マルチモード干渉型光導波路の長さ $L$ 、幅 $W$ 、及び接合部に設けられる光導波路の中心軸とマルチモード干渉型光導波路の中心軸より位置 $D$ との関係は次の式によって与えられる。尚、前記各光導波路の中心軸は光の進行方向に沿った中心軸である。

$$[0046] \quad L = \alpha (4nW^2) / 3\lambda \quad \text{式 (1)}$$

$$D = \beta W / 6$$

係数である。

【0047】これらの関係を満たすことで、第1の光導波路11の入り口近傍が光の強度分布の山となり、光導波路12からの入射光に対してほとんど損失を生じずに直む光導波路11を導波させることが出来る。光学フィラタ15よりの反射に関しても鏡像を考えれば前記の光導波路11の場合と全く同様である。

【0048】即ち、透過光 ( $\lambda_1$ ) と反射光 ( $\lambda_2$ ) に対する光の進行方向に沿うマルチモード干渉型光導波路の距離を、各々 $\lambda_1$ 及び $\lambda_2$ とすれば、

$$L:L'=1/\lambda_1:1/\lambda_2 \quad \text{式(3)}$$

【0049】更に、

$$L = \alpha (4 \pi W^2) / 3 \lambda. \quad \text{式 (4)}$$

$$L' = a(4nW^2)/3\lambda.$$

の関係にあることは容易に理解されるであらう。

【0050】尚、この場合、光導波路のコア、クラッドの具体的材料、具体的構造の理論よりのずれ等によって理論的な関係を補正する必要がある。前記 $\alpha$ および $\beta$ の理論的な関係を補正する必要がある。しかし、いずれもがこの補正係数である。この補正係数 $\alpha$ および $\beta$ は、逆例、いずれも概ね、1.5倍以内である。尚、この式（2）を現行よりも前記式（1）、式（2）で満足する光導波路モデルを再現することが出来る。式（2）で、前記 $\alpha$ と $\beta$ を1.5mmといし2.0mmの範囲、実際の幅 $W$ が30 $\mu$ mないし40 $\mu$ mのド光導波路の実験的な長さとしが1.5mmないし2.0

は略平行であることが、実用上、極めて好都合である。こうして、一方の光導波路、例えば、前記光導波路13から入射された光が前記光学フィルタに達しても、必要な漏れ光として雑音を構成することはない。更に、各光導波路は任意の方向に曲げていることが出来る。こ

れにより、各光導波路を覆われ光の分布する領域から反し  
て、雑音の発生を抑制することが可能である。この利点  
は、より大きな光システムの構築の設計を容易にする。

【0057】本願発明の別な形態によれば、前記第4の光導波路が前記マルチモード干渉型導波路と前記第1の光導波路間で接続する、もしくは前記第1から第4の光導波路以外に複数の光導波路が前記マルチモード干渉型導波路と接続するなど、具体的な用途の目的に応じて種々応用形態を考案することが出来る。

【0058】更に、本願発明の別な形態によれば、前記第1から第4の光導波路は全てもしくは一部の端面に、それぞれ発光素子もしくは受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバチップとの接続手段を設けることが出来る。こうして、所望の光通信モジュールもしくは光受信モジュール、光受信モジュールもしくは光発散波モジュールを得ることが出来る。こうした、光受信モジュール、光受信モジュールもしくは光発散波モジュールの具体例は後述される。又、こうした発光素子や受光素子は、前記第1から第4の各光導波路に代えて、直接チモード干渉型導波路に接続することが出来る。この方法は介在する光導波路による光の吸収を避ける点で好ましい。勿論、マルチモード干渉型導波路と、別々の光導波路を介してこれらとの発光、受光素子とを接続すること

【0059】本例の代表的な例を示せば、それは、第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第2の端面と接続され、

[illegible]

て、前記第2および第3の光導波路内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能なる光導波路であり、且つ前記第1より第3の光導波路の少ない

くとも一つに接続する発光部あるいは受光部の設置した、あるいは前配第1より第3の光導波路の少なくとも一つに代えて発光部あるいは受光部を設置したことを特徴とする光導波路を有する光システムであると言うことが出来る。

【0060】こうした光合分置器もしくは光導波路積層子を用いた光送受信モジュールの場合にも、次の構成により、頭端光の送附を行うことが出来る。即ち、前記送附手段で作られた送受信面の一部で前記送附手段と接し、光導波路の外部を伝播する漏れ光の波面が前記光學フイルタの作る平面と平行あるいは略平行であることにより、前記漏れ光が遮断される。

【0061】使って、このように図の代表な形態は、光合成装置もしくは光導波路素子と、前記第1もしくは第2の光導波路の両方もしくは片方の端面に受光手段と設けた受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバの接続手段と、前記第2もしくは第3の光導波路の両方もしくは片方の端面に送信手段と設けた発光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバの接続手段と、前記送信手段と接続した光導波路の外部に伝送する細い光の波面が前記光導波路の作る平面と平行あるいは略平行であることにより、前記細い光が遮断されることを特徴とする光送受信モジュールである。言うことが出来る。

【0062】更に、本稿発明の別な形態によれば、次のような光送信モジュール、光受信モジュール、光送信モジュールもしくは光分岐モジュールを実現することによって、即ち、これらの光送信モジュール、光受信モジュール、光送信モジュールもしくは光分岐モジュールに、前記調製光を遮断する為に、前記光学フィルタ以外に1個以上の光学フィルタを設ける。もしくは前記1個以上の光学フィルタを設け且つ前記遮蔽層の厚さをクロッドと順次異なる層なる部材とすることで、より有効に行われる。

【0063】更に、本発明の係る光学成分装置もしくは光波導路装置に、発光素子もしくは受光素子もしくは光スウィッチもしくは光学フィルタもしくは光増幅器もしくは光変調器等の光素子を組み合わせて用いることが出来る。

【0064】更には、本願発明に係る分光合成装置もしくは分光波長調整素子を複数用いて、発光素子もしくは発光素子もしくはは光学フィルタもしくはは光学フィルタもしくはは光学的機器もしくはは光変調器等の複数の光素子と組み合わせ、複数の信号を同時に処理するもしくはは複数の波長を有する信号光を多段階で処理することが可能である。

【0065】更には、本願発明に係る諸光モジュールに、集積回路もしくはブリッジ等の電気信号処理手段を組み合わせ光通信モジュール、あるいは光通信装置に供することが出来る。

【0066】光学フィルタを有さない本発明の諸形態  
次に、本願の別な形態として、これまで説明してきた光  
導波路を有する光システムにおいて、前記光学フィルタ  
を配置する前の構成も直近な形態である。勿論、光導  
波路を有する光システムを光合分波器あるいは光送信モ  
ジュール、受信モジュール、光合分波器あるいは光受信モ  
ジュールを用いる場合には、所定の特性の光学システムを配置する  
必要があることは言うまでもない。しかし、本願に係る  
光導波路を有する光システムを、実際に用いるに当って  
は、頭切、光学フィルタを設けない形態です。単純  
に、それから光学フィルタを挿入設置することも実際の  
である。図20は、基板20に光学フィルタ15が設置  
された状態をしめす拡大断面図である。図20の例は、  
基板20上に第1及び第2のクラッド層21、23が形  
成され、フィルタ挿入用の層24が設けられている。フ  
ィルタ15は接着層95で固定される。尚、この断面図  
はコア領域を含まない部分の断面図である。

【0067】従って、本形態の代表的な形態は、第1、  
第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝  
播が可能で第4の光導波路と、前記第4の光導波路内に  
光学フィルタを当該第4の光導波路内の光の進行方向に  
交差して設置する為の手段とを少なくとも有し、前記第  
4の光導波路の第1の端部に前記第1の光導波路が接続  
され、前記第4の光導波路の第2の端部の所定の個別位  
置に前記第2及び第3の各光導波路が接続され、前記第  
4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいず  
れかの光導波路からの第1の波長の入射光が前記第4の  
光導波路内の光の伝播によって、前記第1の光導波路内  
に前記第1の波長の入射光に対応する光の伝播を可能と  
なし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの  
光導波路からの第2の波長の入射光が前記光学フィルタ  
での反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内  
の入射光のない光導波路内に前記第3の波長の入射光に  
対応する光の伝播を可能とせずマルチモードでの光の伝  
播が可能である光導波路であることを特徴とする光導波  
路を有する光システムであることが出来る。

【0068】本願のこの光学フィルタを設置する以前の  
諸形態は、光学フィルタを設置した前記した全ての諸形  
態に考えることが可能である。従って、更なる説明およ  
び諸形態の列挙は省略する。

【0069】発明の実施の諸形態

次に、本願発明の具体的な実施の諸形態を、  
【0070】図8は本発明の第1の実施例である光合分  
波器の実施形態を示す斜視図である。図9はその合成分  
波器の拡大断面図である。

【0071】所定の基板、例えばシリコン（Si）基板  
20上に、屈折率の異なる2種類のフッ素化ポリイミド  
樹脂を用いて光導波路を形成する。この光導波路は、少  
なくとも、第1のクラッド層21、コア領域22、そし  
て第2のクラッド層23を有して構成される。ここで、

【0078】図11はこうし一例を示す光合分波器部  
分の平面図である。この例はマルチモード干渉型導波路  
10の入射側に複数の、具体的には2つの光導波路12、  
13が設けられている。一方、マルチモード干渉型導波  
路10の出射側に複数の、具体的には2つの光導波路1  
1、14が設けられている。図11は第4の光導波路1  
4が符号34の位置に設けられ外は、図9と同等  
であるので、同じ部位、部材は同じ符号を用いている。  
【0079】もちろん、さらに複数の光導波路がマルチ  
モード干渉型導波路と接続して、複数の光合分波器であ  
ってもよいことは言うまでもない。

【0080】本願発明に係る構造と図1に示す従来の  
導の光合分波器について、フィルタ部に関する製造トレ  
ランスを比較した。

【0081】図12はフィルタの位置ずれによる反射光  
の損失増加量を示す。縦軸はフィルタの位置ずれの距  
離、横軸は反射光の損失増加量の例を示す。曲線35は  
本実施例の場合また曲線36は従来の構造の場合の特性を  
表す。設計上許容される損失として例えば0.2dB程  
度とすると、トレランスは従来の構造が1μmであるのに  
対し本実施例では10μm程度となる。このように、従  
来構造と比較して、充分大きな製造トレランスを要す  
ことが出来る。

【0082】更に、ここで、本例におけるフィルタの位  
置ずれに対する損失増加は、反射光の光軸と導波路軸の  
ずれによるのではなく、マルチモード干渉型導波路内  
のマルチモード光の干渉による強度分布に起因すること  
を指摘しておくなければならない。

【0083】図13は、マルチモード干渉型導波路の長  
さを変化したときの強度（損失）変化を示す。縦軸  
はマルチモード干渉型導波路の長さ、横軸は損失を示  
している。ここで、曲線37と曲線38はそれぞれ図7  
において第2の光導波路12から入射させたシングルモ  
ード光の第1の光導波路11及び第4の光導波路14と  
マルチモード干渉型導波路10との接合部31及び34  
における損失量を表す。両者の強度のピークが2400  
μm程度で周期的に現れることがわかる。

【0084】従って、前述の図12をもつて示したフイ  
ルタの位置ずれに対する損失増加に対して、図13に例  
示したマルチモード干渉型導波路内でのマルチモード光  
の干渉による強度分布に起因する損失が含まれることと  
なる。その損失の周期によって、フィルタの位置ずれに  
対する損失増加に対する、マルチモード光の干渉による  
強度分布に起因する損失の割合が高くなる。わけても、  
本願発明の例では、反射光に基づく損失は基本的にな  
く、フィルタの位置ずれに対する損失増加は、このマル  
チモード光の干渉による強度分布に起因する損失による  
ものである。

【0085】次に、波長多重通信への、本願発明の光導  
波路を有する光システムの適用例を例示する。

【0086】図14は本発明の第2の実施例である光合  
分波モジュールの実施形態を示す斜視図である。第1の  
実施例として例示した光合分波器に対して、その3つの  
光導波路の端部に光ファイバを設置するためのV溝4  
1、42、43を形成した。このV溝41、42、43  
は、シリコン基板20に、通孔の結晶面に対する異方性  
食刻の技術を用いて容易に形成することが出来る。そし  
て、この溝は光ファイバの位置設定に極めて実用的であ  
る。

【0087】本実施例は、例えば、次のように用いるこ  
とが出来る。例えば、光学フィルタ15として、波長  
1.3μmの光を透過し波長1.5μmの光を反射する光  
学ファイバを用いた場合を検討する。光ファイバ46か  
ら波長1.3μmと1.5μmの波長多重光を入射する。  
この波長多重光は、光学フィルタ15で波長1.3μm  
の光が透過され、一方1.5μmの光は反射される。従  
って、波長1.3μmの光は光ファイバ44に入射す  
る。他方、1.5μmの反射光は光ファイバ45に入射  
する。こうして、一つの波長多重光から、1.3μmも  
しくは1.5μmの各波長を有する信号光をそれぞれ光  
ファイバ44と45に分送することが出来る。

【0088】また、出入射を逆転すれば合波器としても  
機能することは言うまでもない。

【0089】尚、光ファイバ接続はV溝に限らず、導波  
路基板に接続用の台を設けて光ファイバと接合剤により  
接着する等他の手段によるものであってもよい。

【0090】図15は本発明の第3の実施例である光送  
受信モジュールの実施形態を示す斜視図である。即ち、  
本例は、本願の光導波路を有する光システムが、光の発  
光素子及び受光素子をつつの基板上に搭載して設けた例を  
示す。この例は光の送受信器の実質的な形態として用い  
易く有用である。

【0091】第1の実施例として例示した光合分波器の  
シリコン基板20に、受光素子であるフォトダイオード  
51及び発光素子であるレーザダイオード52を設置  
した。即ち、シリコン基板20上にこれまでの例と同様  
に、光導波路の高のポリマーの多層膜を形成する。そし  
て、その所定部分のポリマーを除去してSi基板20を露  
出させて、そのポリマーの除去は通孔のドライエッチン  
グを用いて十分である。このシリコン基板20上の所定位置  
に当接発光、受光素子の各々の第1の電極、52、及び  
トダイオード51を接続し、第3の光導波路の端部にレ  
ーザダイオード52を接続した。前記電極と発光、受  
光の各素子の相互の間は平坦によって接続した。尚、図  
光の各素子の相互の間は平坦によって接続した。尚、図  
において、発光、受光の各素子の各々の第2の電極は省略さ  
れている。その他の構成は前記の第1の実施例と同様で  
ある。従って、同一部分、部材は同一符号をもって示さ  
れている。

【0092】図16は、本発明の第4の実施例である光

送受信モジュールの実施形態を示す斜視図である。本例は前記第3の実施例において、フォトダイオード51及び53をマルチモード導波路10に關して光導波路12側へ移動させ、更に光導波路11の曲がり方向を変更した例を示す。本変更によりレーザダイオード52で発生した光のうち光導波路13と結合出来なかつた漏れ光の分布や中心から、受信部が離れることにより漏れ光の影響を小さくすることが出来る。

【0093】尚、フォトダイオード及びレーザダイオードの設置の方法は本実施例の組み合わせは限定されない。勿論、発光、受光の各素子のいずれか一方だけを、前記シリコン基板上に搭載した形態も、勿論目的によって用いることが出来ることは言うまでもない。更に、必要に応じて、3個以上の発光、受光の各素子を搭載した形態も取り得ることは言うまでもない。

【0094】次に、本願の光導波路を有する光システムが、光増幅器に用いられた例を示す。

【0095】図17は本発明の第4の実施例である光増幅器の実施形態を示す平面図である。2つのSi基板、80、81上に光合成分波器55を1つずつ形成し、そして、片方のシリコン基板80にはポンプ用レーザダイオード56を設置した。尚、前記光合成分波器55は、例えば前記実施例1に示した構成を用いて十分である。また2つの基板間には、例えば長さ1mm程度のエルビウムドープファイバ（一般にファイバ増幅器とも称す）57でつなぐ。

【0096】光ファイバ58から入射した光は、波長の異なるレーザダイオード56からの光と合波し、エルビウムドープファイバ57で増幅される。そして、この増幅された光は、再び、異なる波長成分に分波され、所望波長の光がファイバ59より出射する。こうして、ファイバ58より入射した光が増幅され、増幅された所望の波長の光を、ファイバ59より得ることが出来る。

【0097】更に、本願の光導波路を有する光システムが、光受信モジュールに用いられた例を示す。

【0098】図18は本発明の第5の実施例である光受信モジュールの実施形態を示す基本的な平面図である。本例は、本願発明を光受信モジュールに適用した例である。この光受信モジュールは、波長多重信号光を各波長毎に分波し、これらをおのおのその波長に適した受光素子で受光するものである。

【0099】本例の基本構成は次の通りである。光ファイバ65からの光信号を2つのフィルタ63、64によって所望の波長に光を選択する。そして、この選択された波長の光は、そのフィルタの透過面に設けられた光受光素子62-1、62-2、62-3、62-4、62-5、62-6によって検知される。

【0100】図18を参照すれば、これまでの諸例と同様に、Si基板上に光合成分波器60とそれらを結合する

波路61を複数形成する。そして、各合成分波器の透過端面に複数のフォトダイオード62-1、62-2、62-3、62-4、62-5、62-6を配置した。光導波路61の一方の端面、即ち入射光導波路は光導波路65に接続され、この光導波路65、例えば光ファイバ-1は当該光受信モジュールへの入力力を導致する。前記光合成分波器60は、例えば前記実施例1に示した構造を用いて十分である。この例では、マルチモード干渉型光導波路90に一方の端面に直接受光素子62-1が設けられている例である。マルチモード干渉型光導波路90とこの内部に設けた光ファイバ63、マルチモード干渉型光導波路90の一方の端面に配置された光導波路91、92によって本願発明に係る光システムの基本形態が構成される。従って、図17に示された例は、6つの本願発明に係る光システムが縦に接続された形態である。尚、図17では、説明の都合上、光導波路91、92のみ個別の符号を付し、その他は符号61を付した。が基本的に同様の光導波路である。

【0101】尚、光ファイバ63、あるいは64は複数の光システムに共通する物理的形態をもって構成されている。しかし、光ファイバ63、64は位置によって反射・透過の波長特性が変化するものを用いる。この光ファイバ63、64は、その光合成分波器60に対応する位置の反射・透過特性が当該光システムでの所望の波長を透過するように設計されている。反射・透過特性が変化する光ファイバの具体的な例はフィルタの入射、透過の面を構成する2つの面の面積を変化させたものである。あるいは、所定の位置のフィルタ材料を別異の材料を用いることも可能である。尚、本例では、透過・反射特性が場所によって変化する光ファイバを2枚用いるが、これら所望場所に対応する各特性を有する光ファイバを複数個用いることも当然可能である。この場合、光ファイバの特性はその厚さを変化させることによって達成することが出来る。

【0102】本モジュールは、光ファイバから入射した波長多重信号光を各合成分波器1波長ずつ順に分波し、各フォトダイオードで受光することである。

【0103】第6の実施例は、本願発明の光の送受信が可能な光通信モジュールへの適用例である。

【0104】図19は本発明の第6の実施例である光通信モジュールの概略を示す平面図である。尚、図は主要部材の基本構成を示す。光送受信モジュール66には前記第3の実施例に示した構造を用いた。本光通信モジュールは、送信用IC67や受信用IC68、また温度を制御する為のペルチェ素子69を組み合わせて用いられた。本モジュールにより、光ファイバ70より受信した光信号をデジタル電気信号に変換し、また反対に生成した電気信号を同じ光ファイバより光信号として送信することが出来る。本実施例は送信用と受信用のICを別体としたが、一体としてもよい。逆に増幅器やAPC

等を分けて設置してもよいことは言うまでもない。

【0105】本発明の実施例は特に、Si基板上にフッ素化ポリイミドを用いて合成分波器もしくは合成分波素子モジュールを製作することによって述べたが、当然のことながら、基板はSiではなく石英等他の材料であってもよいし、光導波路はフッ素化ポリイミドではなく他のポリマーや石英等の材料であってもよいことは言うまでもない。

【0106】本発明の実施例は特に、波長1.3μmの光を透過、波長1.5μmの光を反射する光学フィルタを用いた合成分波器もしくは合成分波素子モジュールを製作することによって述べたが、光学フィルタは波長特性の異なるものでもよく、その場合他の波長を有する波長多重光を合成分波することも可能であることは言うまでもない。

【0107】以上、本願発明を詳細に説明したが、本発明はマルチモード干渉型導波路を反射構造に用いた光合成分波器もしくはそれらを用いた光送受信モジュールに関するものであり、光合成分波器の入射・反射導波路はマルチモード干渉型導波路との接続部において平行であることと特徴としている。

【0108】その結果、フィルタの位置ずれによる損失増加はマルチモード干渉型導波路における干渉の周期的みに起因し、フィルタ部の製造トランサンスが大きなる。従って歩留りが向上しコストを低減できる。また、反射角0度のフィルタを使用できることから漏れ光が充分に遮断され、光クロストークの問題が解決される。従って受光素子の受信感度等の損失設計に余裕が生まれる。

【0109】

【発明の効果】本願発明によれば、安価に光導波路を有する光システムに十分安定した伝達特性を与えることが出来る。

【0110】本願発明によれば、製造歩留の高い光導波路を有する光システムを提供することが出来る。

【0111】本願発明は、マルチモード干渉型光導波路の相対する端面に設けた光導波路相互での光の漏れ光を防止することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は従来の技術による光合成分波部分の概略平面図である。

【図2】図2は光学フィルタのずれの状態を説明する光合成分波部分の概略平面図である。

【図3】図3は従来の構造における、光学フィルタの位置ずれと反射光の損失増加の関係を説明する図である。

【図4】図4は従来の構造になる別な光システムを示す概略平面図である。

【図5】図5は入射角の異なる光に対する光学フィルタの透過特性を示す図である。

【図6】図6は従来の光合成分波部分における0度

に近づけたときの構造を示す平面図である。

【図7】図7は本願発明の光合成分波部分のマルチモード干渉を模式的に示す平面図である。

【図8】図8は本願発明の第1の実施例である光合成分波部分を示す斜視図である。

【図9】図9は本願発明の第1の実施例である光合成分波部分の平面図である。

【図10】図10は光学フィルタを設置する前の光システムの斜視図である。

【図11】図11は光学フィルタを設置する前の光システムの拡大平面図である。

【図12】図12は本願発明の第1の実施例と従来の構造の光合成分波部分について、フィルタの位置ずれと反射光損失の関係を示す図である。

【図13】図13はマルチモード干渉型導波路の良さと光強度の関係を説明する図である。

【図14】図14は本願発明の第2の実施例である光合成分波モジュールを示す斜視図である。

【図15】図15は本願発明の第3の実施例である光送受信モジュールを示す斜視図である。

【図16】図16は本願発明の第3の実施例である光送受信モジュールを示す概略平面図である。

【図17】図17は本願発明の第4の実施例である光導波路モジュールを示す斜視図である。

【図18】図18は本発明の第5の実施例である光受信モジュールを示す概略平面図である。

【図19】図19は本願発明の第6の実施例である光通信モジュールの各部材の配置を示す図である。

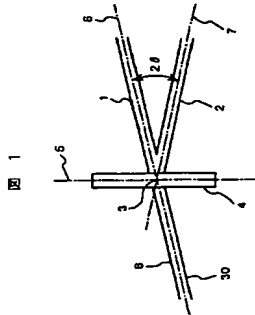
【図20】図20は光学フィルタの設置を説明する断面図である。

【符号の説明】

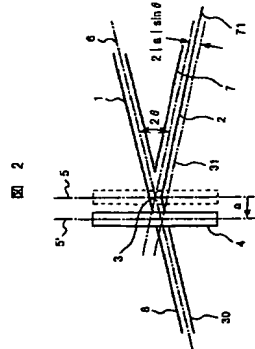
1：光導波路（入射側光導波路）、2：光導波路（反射側光導波路）、3：光導波路1及び2それぞれの光軸の交点、4：光学フィルタ、5：光学フィルタの平面的反射中心面、6：入射側光導波路の軸、7：反射側光導波路の軸、8：フィルタ位置がずれたときの反射光の光軸、9：漏れ光、10：マルチモード干渉型光導波路、11：第1の光導波路、12：第2の光導波路、13：第3の光導波路、14：第4の光導波路、15：光学フィルタ、16：従来の構造の光合成分波部分、17：光導波路1及び2の重なり部分、18：反射戻り光、20：基板（例えば、Si基板）、21：下部クラッド層、22：コア層、23：上部クラッド層、24：マルチモード干渉型導波路と第1の光導波路の結合部、25：マルチモード干渉型導波路と第2の光導波路の結合部、26：マルチモード干渉型導波路と第3の光導波路の結合部、27：マルチモード干渉型導波路と第4の光導波路の結合部、28：本実施例におけるフィルタの位置ずれによる反射光の損失増加量、29：従来の構造の光合成分波部分におけるフィルタの位置ずれによる反射光の損失増加量、3

0 : 第2の光導波路12からシングルモード光を入射した光の接合部31における損失、31 : 第2の光導波路12からシングルモード光を入射した光の接合部34における損失、32 : 光ファイバ設置用のV溝、33 : 光ファイバ設置用のV溝、34 : 光ファイバ設置用のV溝、35 : フォトダイオード、36 : レーザダイオード、37 : フォトダイオード用電極、38 : レーザダイオード用電極、39 : 第1の実施例である光合波器、40 : 光合分岐器を結ぶ光導波路、41 : 複数のフォトダイオード、42 : 光学フィルタ、43 : 光学フィルタ、44 : 光ファイバ、45 : 光導波路モジュール、46 : 送信用IC、47 : 受信用IC、48 : ベルチカル素子、49光ファイバ。

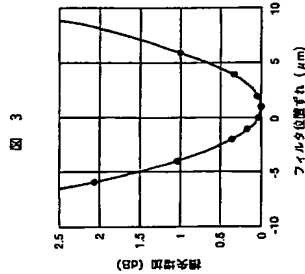
【図1】



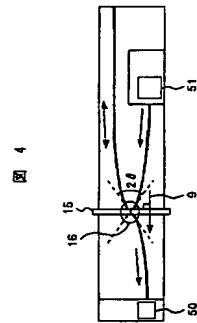
【図2】



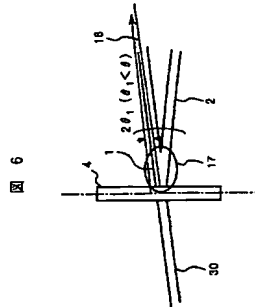
【図3】



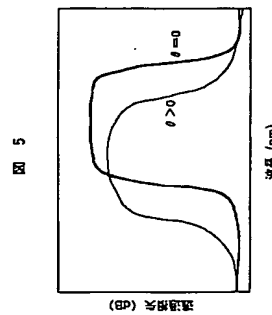
【図4】



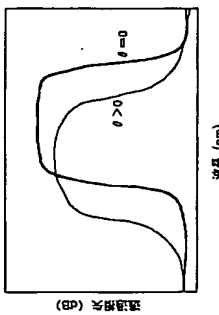
【図6】



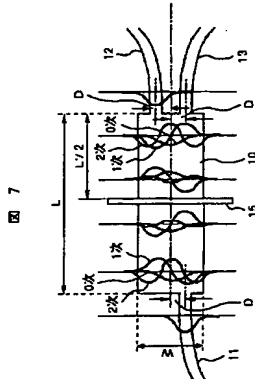
【図5】



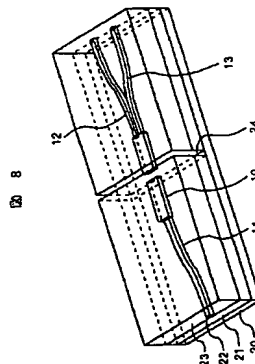
【図5】



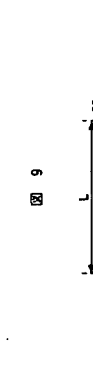
【図7】



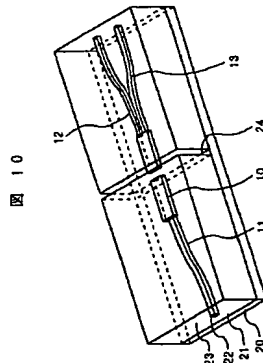
【図8】



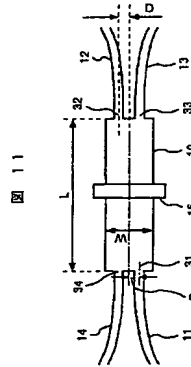
【図9】



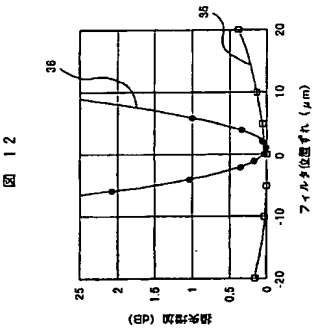
【図10】



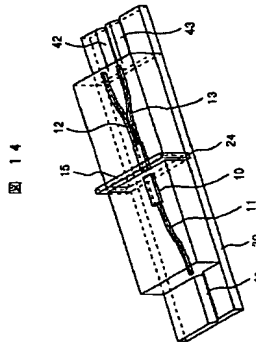
【図11】



【図12】

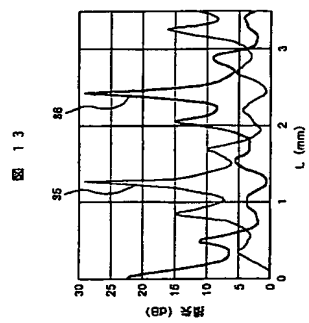


【図14】



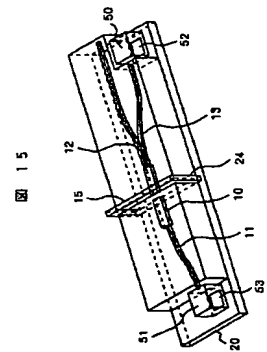


【图 13】



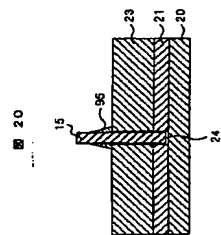
13

【图15】



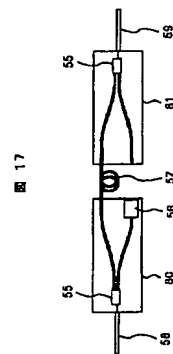
15

【图20】



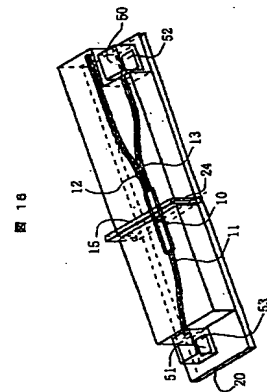
20

【图 17】



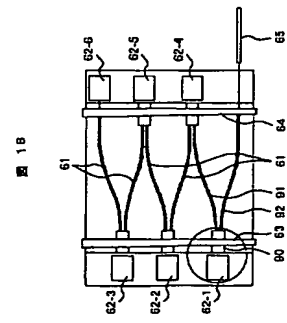
17

【图 16】



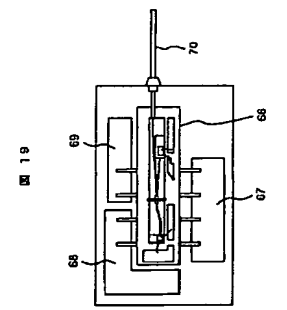
18

【图 18】



18

【圖 19】



619

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第6部門第2区分  
【発行日】平成17年2月17日(2005. 2. 17)  
【公開番号】特開2002-6155(P2002-6155A)  
【公開日】平成14年1月9日(2002. 1. 9)  
【出願番号】特願2000-187539(P2000-187539)  
【国際特許分類第7版】

G02B 6/12  
G02B 6/293  
【F1】  
G02B 6/12 F  
G02B 6/28 C

【手続補正番】  
【提出日】平成16年3月8日(2004. 3. 8)  
【手続補正1】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】発明の名称  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【発明の名称】光合分波器、光導波路モジュールおよび光通信装置  
【手続補正2】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】特許請求の範囲  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【特許請求の範囲】  
【請求項1】

第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面において前記第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路からの第1の波長の光が入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光が入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光の入力が前記第2の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であることを特徴とする光合分波器。

【請求項2】  
第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタと、を少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面において前記第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路は、前記第1及び第2の端面から所定距離離れた2つの平面における光強度分布の規格化された各形状を重ねた場合、前記各形状が相互に前記第4の光導波路の光の進行方向に沿う中心軸に対して線対称ないしは略線対

称となつている光導波路であることを特徴とする光合分波器。

【請求項3】  
第1の光導波路が、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面に第2、及び第3の光導波路がその接続位置において所定間隔で接続され、前記第4の光導波路内に光学フィルタが設置され、前記光学フィルタの入射面は、前記第1、第2、および第3の各光導波路の前記第4の光導波路への接続位置における当該第1、第2、および第3の各光導波路での光の波面と平行ないしは略平行であることを特徴とする光合分波器。

【請求項4】  
前記第1、第2、及び第3の光導波路がシングルモードでの光の伝搬が可能な光導波路であることを特徴とする請求項1より請求項3のいずれかに記載の光合分波器。

【請求項5】  
前記第4の光導波路の光の進行方向の長さが1mmより5mmの範囲、幅が25μmより70μmの範囲にあることを特徴とする請求項1より請求項4のいずれかに記載の光合分波器。

【請求項6】  
第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光が入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光が入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光の入力が前記第2の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第2の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能となす第2および第3の光導波路のいずれかに接続される光受光器が、前記光入力を行う光素子よりの濡れ光の分布の中心位置からずれて設置されたことを特徴とする光合分波器。

【請求項7】  
第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面において前記第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光が入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光が入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光の入力が前記第2の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに接続する発光部あるいは受光部の設置した、あるいは前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに代えて発光部あるいは受光部を設置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタもしくは光増幅器もしくは光変調器等の光素子を組み合わせたことを特徴とする光導波路モジュール。

【請求項8】  
請求項7に記載の光導波路モジュールに、集積回路もしくはブリアンプ等の電気信号処理

手段を組み合わせた光通信装置。

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-139641  
(P2002-139641A)

(43) 公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(61) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	7-13-1 (参考)
G 0 2 B	6/13	G 0 2 B	6/30
	6/122		2 H 0 3 7
	6/30		M 2 H 0 4 7
			A

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全15頁)

(21) 出願番号	特願2000-334196 (P2000-334196)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所
(22) 出願日	平成12年11月1日 (2000.11.1)	(72) 発明者	井戸 立身 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
		(72) 発明者	東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	奈良 高光 株式会社日立製作所日立研究所内
		(74) 代理人	10006504 井理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

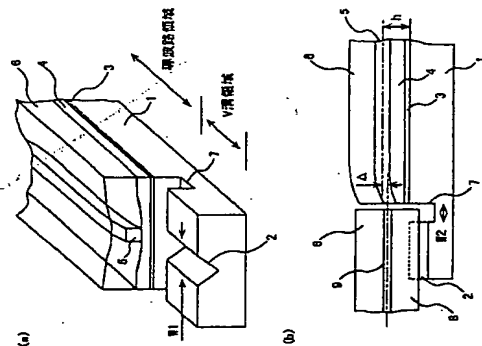
(54) 【発明の名称】 光導波路部材、その製造方法及び光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 本願発明は、安価で、且つファイバと低損失な光結合が得られるファイバ・プラズマ・レイメントV溝付ポリマ導波路基板を提供するものである。

【解決手段】 本願発明の代表的な形態は、シリコン基板の一部に光導波路が形成され、該導波路のコアまたはクラッドがポリマから構成され、該導波路に光ファイバを位置決め固定するためのV形状の溝を該シリコン基板に有し、該V溝と該導波路の境界に該V溝と垂直な方向に伸びる矩形状の溝を該シリコン基板に有し、該導波路を構成するコアまたはクラッドの膜厚が該境界近傍で他の部分よりも薄くなっており、該V溝にファイバを実装した時に、該ファイバのコアの中心の高さが該境界から十分に離れた位置の該導波路のコアの高さよりも低くかつファイバと導波路の間で高効率な光結合が得られる高さになるように、該V溝の形状が設定されていることを特徴とする光導波路部材である。

図 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**